
Metabolites 高引文章荐读：益生菌、益生元、合生元和后生元在畜禽肠道健康中的作用

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/42495.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

Metabolites

高引文章荐读：益生菌、益生元、合生元和后生元在畜禽肠道健康中的作用。 论文标题：The Role of Probiotics, Prebiotics, Synbiotics, and Postbiotics in Livestock and Poultry Gut Health: A Review

论文链接：<https://www.mdpi.com/2218-1989/15/7/478>

期刊名：Metabolites

期刊主页：<https://www.mdpi.com/journal/metabolites>

自瑞典1986年率先禁用抗生素生长促进剂，到欧盟2006年全面禁抗，再到中国2020年实施饲料端禁抗令，全球畜牧业正经历从依赖抗生素到绿色养殖的重要转型。然而，禁抗后畜禽养殖中腹泻高发、生产性能下降、疫病易暴发等痛点持续凸显，但是抗生素残留、耐药菌扩散、肠道菌群失衡等问题导致畜牧行业急需寻找安全替抗方案。其中，肠道作为畜禽消化吸收、免疫防御的关键器官，肠道菌群稳态调控成为目前研究的关注热点。在此背景下，益生菌（Probiotics）、益生元（Prebiotics）、合生剂（Synbiotics）和后生元（Postbiotics）被合称为PPSP，因其来源广泛、安全性高、作用机制多样，被认为是最有潜力的绿色添加剂。本文由来自河南农业大学、河南科技大学和云南农业大学的岳涛静、路亚男、丁文丽、徐博文、张才、李蕾、菅复春和黄淑成撰写。本综述论文系统梳理了益生菌、益生元、合生素、后生元四大微生态产品的作用机制、畜禽试验效果、现存短板与未来技术方向，整合了近百项猪、鸡、反刍动物试验数据，为后抗生素时代的健康养殖提供了科学依据。

研究过程与结果

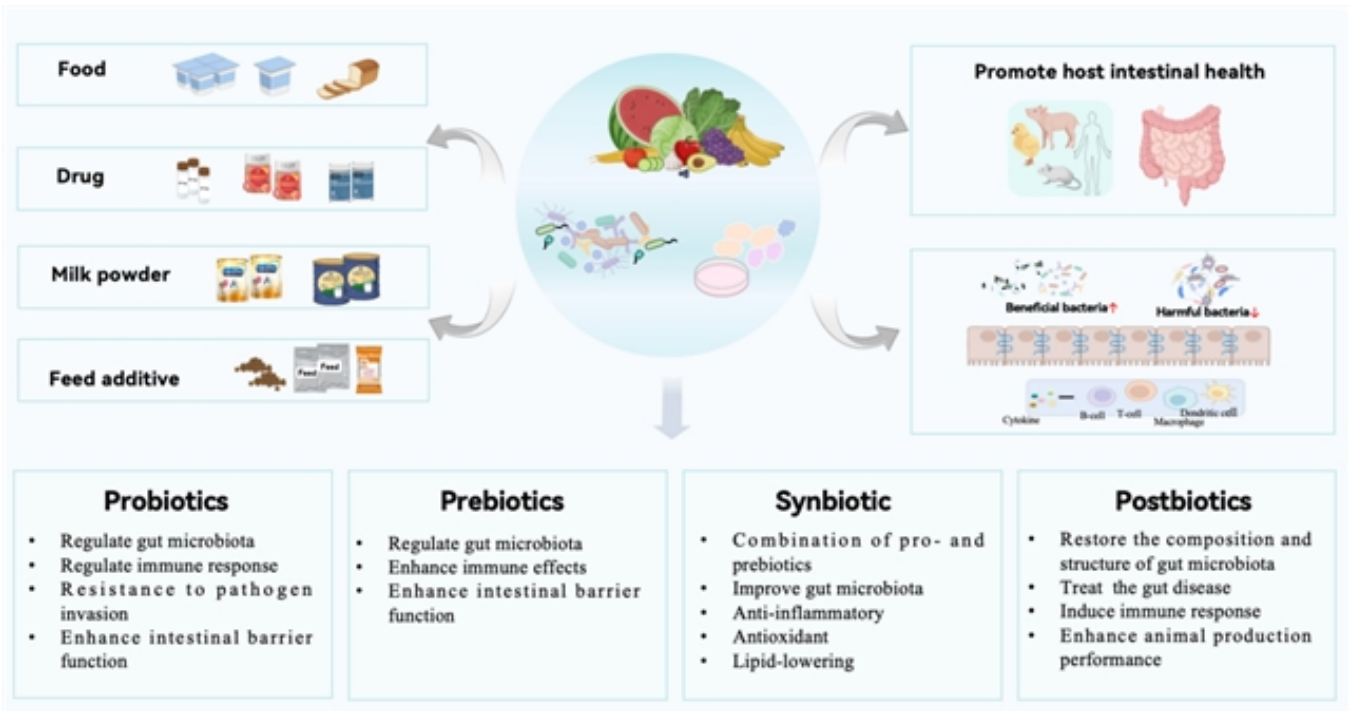
该综述整合大量动物试验文献、规模化养殖现场数据，以国际ISAPP的定义，清晰区分四类制剂概念边界：益生菌为活菌微生物，益生元是有益菌专属发酵底物，合生素是二者复配体系，后生元为灭活菌体及其活性代谢物。研究系统汇总猪、肉鸡、蛋鸡、反刍动物体内试验数据，分类归纳乳酸菌、双歧杆菌、布拉氏酵母菌等主流菌株功效，对比低聚果糖（FOS）、低聚异麦芽糖（IMO）、低聚半乳糖（GOS）、菊糖四类低聚糖益生元的发酵特征，区分协同型、互补型两类合生素，同时整理无细胞上清液、胞外多糖、短链脂肪酸等后生元活性成分的抗炎抑菌机制，搭建起PPSP的不同作用机制。

益生菌是最早被研究的活体微生物，主要包括乳酸杆菌、双歧杆菌和布拉氏酵母等。它们主要通过三重机制维护肠道健康：（1）竞争抑制：与病原菌争夺黏附位点和营养物质，阻止其定植；（2）增强肠道屏障：刺激肠上皮细胞分泌黏液、上调紧密连接蛋白（如Occludin、ZO-1），加固物理屏障；（3）促进免疫调节：促进sIgA分泌，调节Th17/Treg平衡，降低促炎因子（IL-6、TNF- α ）水平。综述列举了大量研究案例，如鼠李糖乳杆菌GG可减轻仔猪腹泻，布拉氏酵母能抑制艰难梭菌毒素，双歧杆菌则通过交叉喂养促进产丁酸菌生长，改善肠道微生态。

益生元是不可消化的碳水化合物，包括低聚果糖（FOS）、低聚异麦芽糖（IMO）、低聚半乳糖（GOS）和菊粉。它们选择性地促进双歧杆菌和乳酸杆菌的增殖，发酵产生短链脂肪酸（SCFAs）如乙酸、丙酸、丁酸等，它们不仅为肠上皮细胞供能，还能降低肠道pH、抑制沙门氏菌和大肠杆菌等病原体，同时调节免疫应答。研究显示，母猪日粮添加FOS可减少死胎率，仔猪补充GOS能提高肠道紧密连接蛋白表达，菊粉则显著增加盲肠中双歧杆菌丰度并减少有害菌。

合生元分为互补型合生元（各组分独立生效）和协同型合生元（益生元被特定益生菌代谢利用）。合理的协同组合可提升益生菌存活率和代谢产物产量。例如，植物乳杆菌与菊粉联用，在糖尿病大鼠中显示出比单用更优的菌群调节和认知改善效果。在畜禽上，合生剂（如丁酸梭菌+酵母+低聚木糖）能缓解热应激肉鸡的肠道损伤，提高生长性能。

后生元包括灭活菌体、胞外多糖、无细胞上清液、细菌素和SCFAs等。它们不依赖活菌存活，具有更高的加工稳定性，且无耐药基因转移风险。后生元通过直接抑菌、竞争黏附、免疫调节等方式发挥调节肠道健康的作用。例如，热灭活的粪肠球菌EC-12可提高雏鸡肠道IgA水平，抵抗耐药肠球菌定植；植物乳杆菌代谢产物能减少仔猪腹泻，增加粪便中乳酸菌和SCFAs含量。



PPSP的作用机制与应用

研究总结

肠道是畜禽最大的免疫器官和微生态系统，PPSP作为绿色饲料添加剂，正成为禁抗时代维护肠道健康的关键药物。然而当前PPSP的产业化面临以下难点：活菌制剂加工储存存活率低、不同畜禽/生长阶段适配配方缺失、生产成本高于抗生素、全球尚未形成统一效价与安全评价标准。

针对短板，该综述提出两大前沿突破方向：一是智能包埋缓释技术，利用纳米、pH响应包膜实现肠道定点释放，提升制剂稳定性；二是利用CRISPR基因技术编辑改造益生菌，强化菌株定植、产抑菌代谢物能力；同时提出个性化定制配方思路，依据仔猪、肉鸡、种畜禽肠道特征匹配专属PPSP组合。随着基因编辑和新型包埋技术的成熟，PPSP有望从替代品升级为优选方案，助力畜牧业实现高效、安全、可持续发展。

Metabolites 期刊介绍

主编：Dr. Amedeo Lonardo, Azienda Ospedaliero-Universitaria, Italy

Metabolites (ISSN 2218-1989) 是一个国际同行评审的代谢和代谢组学开放获取期刊。期刊致力于为研究代谢物与代谢相关的学者提供一个快速发表的平台，内容涵盖代谢组学、代谢生物化学、计算和系统生物学、生物技术和医学领域相关的代谢物以及代谢方面的研究。期刊在Web of Science数据库Journal Citation Reports的Biochemistry and Molecular Biology分区中为2区。期刊5年IF为4.5。

2025 Impact Factor 4.5 2025 CiteScore 8.1 Time to First Decision 12.6 Days Acceptance to Publication 3.7 days

相关特刊征稿

From Feed to Function: Metabolic Insights into Animal

Nutrition（从饲料到功能：动物营养的代谢机制解析），旨在将动物营养研究与代谢过程及营养素对动物生理影响的现代认知相结合。收录论文探讨了饲料成分及饲喂策略如何影响代谢途径的调控、器官功能以及动物对不断变化的环境与生产条件的适应性。本期特刊搭建了一个跨学科知识交流的平台，将基础研究与现代动物生产系统中的实际应用紧密联系起来。

特刊核心关键词包括：

代谢

营养

代谢途径

动物生理学

投稿截止日期：2026 年 10 月 20 日

了解更多特刊信息：https://www.mdpi.com/journal/metabolites/special_issues/436CRM67VR

来源：Metabolites

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发